

干拓地の土性改良に及ぼす硫黄の効果

に就いて

農學博士 板野新夫

松浦章

干拓地を改良し、耕地面積を擴張する事は我が國の如く四面海に圍まれ、特に食糧問題の喧しき國に於いては大いに必要なる事なり。之れ、獨り我が國のみならず支那、朝鮮の如く比較的沿海線の長き國に於いても、亦必要なる事なり。然るに、之の干拓地の土性に關す研究は余等の寡聞にして知るを得ざれ共我國に於ては朝鮮勸業模範場臺灣中央研究所農業部の研究を見るのみなり。最近九州帝大農學部平井敬藏氏が干拓地の改良に硫黄の効果ある事を發表されしも、未だ其の詳報を得るに至らず。

硫黄の土性改良に及ぼす研究は既に、歐米の諸學者が發表せる所にして、中にも Lipman, J. G., Kellog, W. P., Lipman, C. B., Gericke, W. F., Hibbard, P. L., Joseph, D., 諸氏の研究は余等の參考とせし處少なからず。

本研究は硫黄を使用し干拓地の改良を試みたる物にして其の實驗結果を得たれば茲にその大要を報告せむとす。

實 驗

A 供試土壤の採集

供試土壤採集地は岡山縣淺口郡の東高梁川廢川地最下流部にして、海より百二十間位隔たり、昭和二年六月堤防を設け海水の浸入を遮斷し開墾せし土地にして、最も鹽害の多き不良土を三箇所選び表土三、四寸を除きて採集せり。其の土壤の反應は微アルカリ性にして、第一回試驗直前にこの水浸出液を作り分析したるに次の如き結果を得たり。但し本土壤は23.5%の水分を含有せり。

水素イオン濃度(PH)	7.71	鹽化物(食鹽)	0.084%
硫酸鹽(Na_2SO_4)	0.129%	炭酸鹽類	痕跡
有機物	0.004%	可溶性鹽類	0.243%

此の表に依りて見れば鹽化物割合僅少にして硫酸鹽を多量に含有する事を知る。之れ本土壤は開墾後湛水式除鹽法により數回除鹽を行ひたる後本年初めて稻作を行ひ、其の肥料として硫酸アンモニアの如き硫酸鹽類を施用せし結果なるべし。

B 測定の方法

本實驗の目的は干拓地の土性改良にして、土壤の反應は微アルカリ性なれば、余等は主に物理化學的方面よりアルカリ性土壤に必要な事項を研究し、最後に少し微生物學的調査を試みたり。

1 水素イオン濃度の測定

水素イオン濃度の測定はこの種の研究に最も意義ある事にして、諸學者の研究によれば施用せる硫黃が多量なる時は遊離する水素イオンの増加は硫黃の割合より多くして、生ずる硫酸鹽も多量なりと稱せり。Adams Henry B. 氏によ

干拓地の土性改良に及ぼす硫黃の効果に就いて

れば土壤に硫黄を施用し、生ずる硫酸鹽は水溶性なるも酸度には變化なし。水素イオンは吸收されし陽イオン即ち石灰の如き物と交換され、交換性の水素イオンとし土壤中に硫酸鹽となり残存し、一方石灰は硫酸鹽として浸出さるゝ物なり。

硫黄の添加に依り起る土壤溶液の水素イオン濃度の變化は可溶性鹽類の存在と土壤の *buffer action* とに影響する物なり。

Lipman, J. G., Kelley, W. P., 及他の諸氏は硫黄をアルカリ性土壤に施用する時は硫黄は酸化され、水と化合し水素イオン濃度を増加せしめ、此處に生ぜし酸が可溶性の石灰鹽を作る。斯くの如き多價の鹽基が土壤の固相中のナトリウムと鹽基交換を起しアルカリ性土壤の反應と浸透性を改良すべき事を發表せり。

本實驗に使用せし水素イオン濃度測定法は *Bilman's quinhydrone electrode* を用ひ土壤と水を1:1として三十分間振盪し浸出液を取り測定せり。

2 鹽化物の定量

土壤浸出液の一定量を取りクロム酸加里を指示藥とし、硝酸銀にて滴定せり。

3 硫酸鹽類の定量

土壤浸出液の一定量を取り鹽化バリウムを用ひ常法の如く定量せり。

4 炭酸鹽類の定量

土壤浸出液の一定量を取り *phenolphthalein* と *methyl orange* を指示藥として *potassium sulphate* を以て滴定

せり。

5 水溶性鹽類の定量

本實驗に供せし土壤は前述せし如く土壤浸出液中に有機物と炭酸鹽が極めて少量なれば、本實驗に於いて水溶性鹽類を定量するに conductivity method により電氣抵抗を測定し、King and Whitson 兩氏の表より算出せり。

6 微生物數の測定

硫黄と土壤微生物の關係に就きては多くの諸學者の研究せし處なり。Pitz, W., 氏は硫黄の少量は土壤中の ammonification を旺盛にし、荳科植物の根瘤の形成を助勢する事を實驗的に證せり。McCool 氏は硫黄は有機物の分解並に硝酸鹽の生成を助ける事を、Miller, Harry, G., 氏 Olsen, Ges. A., 氏等は少量の硫黄は乾燥土壤中に於ける硝化作用を助勢するも多量の硫黄は水素イオン濃度を高め、窒素固定並に硝化作用を減少する事を各發表せり。Rudolfs, W., 氏はアルカリ性土壤を硫黄にて中和する時は細菌數の増加する事を發表せり。其の他諸學者の研究を見るに硫黄と微生物の關係は土性改良上重大なる關係を有するが如し。尙ほ Lipman 氏は硫黄の酸化は微生物特に細菌による事多しと云へり。

余等は本研究に於いて扁平培養法により微生物の數を測定せり。此の際使用せし培養基は主に細菌の數を知らん爲に albumin agar を使用せり。

C 實驗の方法及び其の結果

本實驗は便宜上三回に分けて行ひ各實驗には直經約十四糎の小さき植木鉢を用意し、之れに一反歩の耕土を二萬貫と干拓地の土性改良に及ぼす硫黄の效果に就いて

し、其の二萬五千分の一（即ち八百分（3.8））を入れ、實驗中は絶えず水分の補足を行ひ、適宜に水分を保持せしめたる。

第一回 試 験

本試験の目的は硫黄が干拓地の土性改良に効果ありや否や、若し、ありとすれば其の適量如何を簡単に試験するにあり。使用せる硫黄は細菌の作用により可溶性硫黄となせし物にして反當十貫、五十貫相當量とし各種木鉢に一、五瓦、七、五瓦宛加用せり。

測定は週期的に土壤水浸出液を1:1の比に作りたる液に付き行ひたり。其の結果は次表の如し。

第 一 表
水素イオン濃度の變化

週 硫黄量	試 驗 着 手 日	水 素 イ オ ン 濃 度 (PH)								
		1	2	3	4	5	8	10	12	14
無 硫 黄	7.71	7.71	7.64	7.55	7.53	7.33	7.12	6.84	6.73	6.50
反當10貫相當量	7.68	7.49	6.94	5.41	5.24	5.13	4.82	4.77	4.74	4.64
反當50貫相當量	7.65	7.40	6.73	5.11	5.08	4.71	4.20	3.82	3.41	3.19

第 二 表
五 週 間 目 の 測 定

項 目 硫 黃 量	百 分 率						電 氣 抵 抗 Ohm
	鹽 化 物 (NaCl)	硫 酸 鹽 (Na ₂ SO ₄)	炭 酸 鹽	有 機 物	水 分	水溶性鹽類	
無 硫 黃	0.105	0.124	痕 跡	0.004	16.21	0.295	394.69
反當10貫相當量	0.162	0.385	痕 跡	0.003	17.41	0.554	223.93
反當50貫相當量	0.189	0.625	痕 跡	0.004	19.56	0.828	159.66

注意 表中の百分率は水分を除き他は總て乾燥土壤に對する物にして電気抵抗は5:1の土壤水浸出液に付て測定せり。

第 三 表
十 週 間 目 に 於 ける 細 菌 及 び 黴 の 數

項 目 培養期間 硫黃量	無 硫 黃		反 當 10 貫 相 當 量		反 當 50 貫 相 當 量	
	5 日	10 日	5 日	10 日	5 日	10 日
細 菌 數	27.361	40.972	1.567	33.333	11.268	18.487
黴 數	—	290	—	502	—	2.755

注意 細菌數は無水土壤一瓦當にして千の單位にて表せり。

以上の表により見る時は硫黃は土壤の反應に變化を來たすことは明かなるも反當十貫以上施用せば反つて土壤反應は

干拓地の土性改良に及ぼす硫黃の効果に就いて

干拓地の土性改良に及ぼす硫黄の効果に就いて

二四八

過酸性となり、細菌数減少せしめ微の数を増加せしむ。故に本干拓地土壤反應を中和する目的で硫黄を使用する際は反當十貫以内で充分なり。尙ほ鹽化物の浸出量は可溶性鹽類と共に硫黄の使用により増加せり。此硫黄を除鹽の目的に使用して効果ある所以なり。

第二回 試験

前回の試験により干拓地の土性改良に硫黄の効果ありし事を知り得たり。余等は更に硫黄の形態並に硫酸鹽の種類により其の効果の比較をなせり。即ち反當十貫相當量とし、各種木鉢に可溶性硫黄、硫黄華、硫酸アンモニアを各一、五瓦宛施用せり。測定は前回同様週期的に土壤水浸出液を作りて行ひ下表に示が如き結果を得たり。

第四表

水素イオン濃度の變化

週 硫黄の種類	水素イオン濃度 (PH)										
	試験着手日 當	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
無硫黄	7.70	7.66	7.59	7.58	7.43	7.28	7.25	7.12	7.08	6.97	6.90
硫黄華	7.75	7.74	7.60	7.33	7.23	6.70	6.54	6.23	6.08	5.90	5.73
可溶性硫黄	7.76	7.75	7.69	7.36	7.26	6.90	6.73	6.52	6.18	6.00	5.82
硫酸アンモニア	7.72	7.71	7.51	7.31	7.06	6.56	6.35	6.23	6.21	6.20	6.20

第五表
電氣抵抗及び可溶性鹽類の總量

週 項 目 硫黄の種類	4			5			7			8			9		
	抵抗	水分	鹽類	抵抗	水分	鹽類	抵抗	水分	鹽類	抵抗	水分	鹽類	抵抗	水分	鹽類
無硫黄	148.9	15.00	0.167	148.1	14.72	0.170	142.6	20.43	0.197	121.6	18.59	0.216	127.6	21.28	0.218
硫黄華	103.9	16.82	0.260	95.9	16.58	0.279	90.6	19.83	0.308	68.7	15.50	0.406	67.3	17.78	0.431
可溶性硫黄	124.6	18.64	0.216	109.1	18.29	0.250	91.6	21.04	0.309	71.6	16.44	0.387	70.2	18.74	0.406
硫酸アンモニア	123.5	15.38	0.210	120.7	15.26	0.215	95.5	20.43	0.294	83.1	16.10	0.322	85.2	18.15	0.322

注意 電氣抵抗は1:1の土壤水浸出液に付き測定せる ohm 數にして、鹽類は乾燥土壤に對する百分率、水分は供試土壤中の百分率なり。

第六表
鹽化物の量

週 硫黄の種類	百分率				
	試験着手當日	7	8	9	10
無硫黄	0.095	0.103	0.103	0.105	0.107

干拓地の土性改良に及ぼす硫黄の効果に就いて

干拓地の土性改良に及ぼす硫黄の効果に就いて

二五〇

硫黄	0.135	0.173	0.194	0.219	0.236
可溶性硫黄	0.133	0.157	0.189	0.194	0.230
硫酸アンモニア	0.124	0.133	0.143	0.145	0.151

注意 鹽化物は NaCl として算出し、乾燥土壤に歸する百分率を云せり。

第七表 七週間目に於ける細菌及び微の數

項 目	硫黄の種類		培養期間		無 硫 黄		硫 黄		可 溶 性		硫 酸	
					5 日	10 日	5 日	10 日	5 日	10 日	5 日	10 日
細菌數	701,960		2,292,220		—		204,490		960,050		270,890	
微 數	—		7,340		—		—		7,480		1,419,000	
											120,600	
											1,288,940	
											—	
											18,840	

注意 細菌數は無水土壤一瓦當にして千の單位にて表せり。

以上の結果を見ると水素イオン濃度の變化は初期に於いて硫酸アンモニアの影響大なるも八週間目より他の二者に劣り、硫黄華と可溶性硫黄は大差なきも多少硫黄華が勝れり。電気抵抗並に鹽類に對する影響は三種共に大差なきも硫酸アンモニア稍々劣れり。鹽化物の浸出量は硫黄華最も多く硫酸アンモニア最も少なし。細菌は一般に硫黄を施用する事により其の數を減少せり。中にも硫黄華最も甚だし。微の數は硫酸アンモニアを施用せし時最も多く他は大差なし。

第三回 試験

本試験は第二回試験の一部をも考へる物にして、石膏と可溶性硫黄との比較をなせる。

第八表
水素イオン濃度の變化

週 硫黄の種類	水 素 イ オ ン 濃 度 (PH)										
	試 験 着 手 日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
無 硫 黄	7.54	7.48	7.44	7.42	7.35	7.31	7.22	7.11	6.89	6.85	6.81
可 溶 性 硫 黄	7.57	7.30	7.14	7.13	6.70	6.65	6.59	6.58	5.99	5.87	5.61
石 膏	7.62	7.37	7.23	7.22	7.21	7.21	7.20	7.10	6.86	6.74	6.63

第九表
電氣抵抗及び可溶性鹽類の總量

週 項 目 硫黄の種類	3			4			6			7			8		
	抵抗	水分	鹽類	抵抗	水分	鹽類	抵抗	水分	鹽類	抵抗	水分	鹽類	抵抗	水分	鹽類
無 硫 黄	199.6	34.97	0.161	192.5	34.65	0.167	160.5	26.04	0.180	148.9	22.24	0.185	141.7	28.36	0.212
可 溶 性 硫 黄	172.5	34.90	0.189	153.3	34.60	0.214	128.9	25.31	0.228	115.9	21.71	0.243	108.8	23.99	0.269
石 膏	176.8	35.25	0.185	155.7	35.04	0.211	128.3	28.34	0.238	120.4	23.71	0.240	123.2	26.56	0.243

干燥地の土性改良に及ぼす硫黄の效果に就いて

11151

注意 電気抵抗は11の土壤浸出液に付き測定せし ohm 数にして、鹽類は乾燥土壤に對する百分率水分は供試土壤中の百分率なり。

第 十 表
鹽 化 物 の 量

測 硫酸の種類	百 分 率				
	6	7	8	9	10
無 硫 黄	0.056	0.068	0.088	0.090	0.091
可 溶 性 硫 黄	0.124	0.154	0.181	0.196	0.219
石 膏	0.081	0.115	0.112	0.113	0.117

注意 鹽化物は NaCl として算出し乾燥土壤中の百分率を示せり。

第 十 一 表
六 週 間 目 に 於 ける 細 菌 及 び 微 の 數

項 目 培養期間	無 硫 黄		可 溶 性 硫 黄		石 膏	
	5 日	10 日	5 日	10 日	5 日	10 日
細 菌 數	490,540.	945,950.	160,240.	456,490.	494,410.	1,350,590.
微 數	—	9,460.	—	9,370.	—	27,930.

注意 細菌數は無水土壤一瓦當にして千の單位にて表せり。

以上の結果より見る時は干拓地の土性改良に石膏の効果は極めて少なくして硫黄の効果極めて顯著なり。土壤反應に及ぼす石膏の影響は殆んど認め得ざるなり。されど細菌並に微は石膏の加用により其の數を増加せり。

以上第二、第三回試験を總覽するに硫黄の効果は他の硫黄鹽類に勝れり。硫黄華と可溶性硫黄は殆んど同様なる効果あり。

總括

1 硫黄は干拓地の土壤反應並に鹽類の滲透性を改良し容易に除鹽の目的を達せしむるの効あり。

2 硫黄は本干拓地土性改良の目的で使用する時は反當十貫以内を可とす。若し過量なる際は土壤は返つて酸性となり微生物の數は非常に減少して良好なる結果を得難し。

3 硫黄は干拓地の土性改良を行ふ上に於いて他の硫黄化合物に勝り最も適當なる物なり。

文獻

- 1 平井敬藏、西川忠彦 日本農藝化學雜誌、第四卷、第六冊、第四十五號
- 2 鈴木眞吉 勸業模範場報告、第九號
- 3 荒川左千代 農學研究、第十二卷

干拓地の土性改良に及ぼす硫黄の効果に就いて

- 4 遊谷紀二郎 臺灣總督府中央研究所農薬部報告、第二十六號
- 5 F. S. Harris, Soil Alkali.
- 6 Findlay, Prartical Physical Chemistry.
- 7 Kohlransch und Holborn, Das Leitvermögen der Elektrolyte.
- 8 Wilbur L. Powers, Univ. Calif. Pub. Agri. Sci., 5, 119, 1927.
- 9 R. O. E. Davis and H. Bryan, U. S. Dept. Agri. Bur. Soil Bull., 61, 1910.
- 10 Pitz, W., Jour. Agri. Res., 6, 771. 1916.
- 11 Hibbard, P. L., Soil Sci., 11, 385. 1921.
- 12 Lipman, J. G, Soil Sci., 2, 205. 1916.
- 13 Adams, Henry R, Soil Sci., 24, 111. 1924.
- 14 Joseph D. Haynes, Soil Sci., 25, 443—454. 1927
- 15 Hopkins, Readhimer, Fisher, Univ. Illi. Agri. Exp. State Bull., 157, 1912.
- 16 Clifford Willis and J. V. Bopp, South Dakota State. College Agri. Exp. Stat. Bull., 126. 1911.